

V-22 ブリーディングにより生ずるコンクリートの初期欠陥と耐久性

八戸工業大学 学生員 ○ 後藤 努
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美
 八戸工業大学 正会員 阿波 稔

1. まえがき

コンクリート構造物が供用される以前に生ずる初期ひび割れや、コールドジョイント、過度なブリーディングによる脆弱層や水隙の形成などの初期欠陥の性状は、コンクリート構造物の所期の要求性能を確保する上で大きなカギとなっている。本研究は、初期欠陥を生じさせる材料分離現象の一つであるブリーディング現象に焦点をあて、これによって生ずる初期欠陥の性状とコンクリートの耐久性、特に耐凍害性との関連性について明かにすることを目的としたものである。本報では、特にブリーディングにより生ずる脆弱層の形成に焦点をあて、これと耐凍害性との関係を検討した結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験には、普通ポルトランドセメントを使用した。粗骨材として硬質砂岩碎石(Gmax20mm、密度 2.71)、細骨材として銅スラグ細骨材(密度 3.66、FM2.50)を用いた。コンクリートの配合は、水セメント比 65%とし、目標スランブ 10cm、目標空気量 5%とした。本実験では、ブリーディング性状をコントロールするために表-1に示す BET 比表面積の異なる鉱物質微粉末 6 種類を細骨材の絶対容積に対して置換し用いている。

2.2 ブリーディング試験

コンクリートのブリーディング試験は、JIS A 1123 に準じる容器を用い、20°Cの恒温室でブリーディング量を測定した。

2.3 骨材界面の脆弱層の測定

コンクリート中における粗骨材界面の脆弱層の性状は、微小硬度計によるヴィッカース硬さを指標値として調べた。試料は 100×100×100mm の角柱供試体において、打設面より 1、2、4、6、8cm の位置にある粗骨材界面を観察するために、それぞれの測定位置より 30×30×10mm の試験片を採取し用いた。そして打設方向と垂直な方向に骨材界面を選定し、骨材と直交する線上においてヴィッカース硬さ値を 10μm 間隔で 200μm まで測定した。そして、バルク部のヴィッカース硬さ値よりも低い領域を脆弱層厚さと定義した。

2.4 凍結融解試験

凍結融解試験は、100×100×400mm の角柱供試体を作製し材齢 14 日まで水中養生を行った後、ASTM C 666 A 法(水中凍結～水中融解方式)に準じて試験を実施し、DF 値を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 微粉末を混和したコンクリートのブリーディング性状

図-1は、各種鉱物質微粉末を混合したコンクリートのブリーディング量と経過時間との関係を示したものである。この図から分かるように、何れの微粉末材料においてもコントロールコンクリートに比べブリーディングの抑制効果が確認でき、微粉末の置換率

表-1 使用微粉末とその置換率

鉱物質微粉末種類	BET比表面積 (cm ² /g)	置換率 (%)	凡例
石灰石微粉末 3000	8708	5	○
		15	●
石灰石微粉末 6000	12668	5	□
		15	■
高炉スラグ微粉末 3000	8107	5	◇
		15	◆
高炉スラグ微粉末 6000	8687	5	△
		15	▲
シリカフェューム	128561	2	-
		5	-
フライアッシュ	5000以上	5	×
		15	× (背景黒)

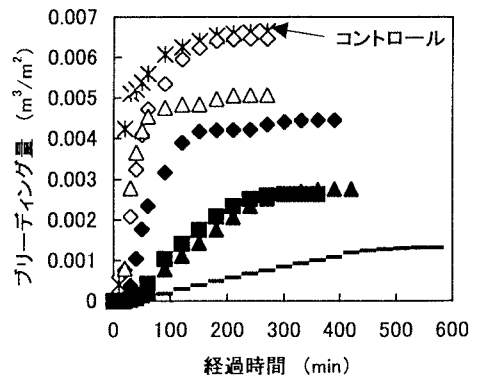


図-1 ブリーディング量と経過時間との関係

が大きなものほどその効果は大きくなる傾向にある。

3. 2 脆弱層の性状と耐凍害性

図-2は、コントロールコンクリートの粗骨材界面からの距離とヴィッカーズ硬さとの関係を打設面からの深さ毎に示したものである。この図から分かるように、粗骨材界面から $100\mu\text{m}$ の間にヴィッカーズ硬さの低い脆弱な領域が存在することが分かる。また、打設面から 20mm あるいは 40mm の位置におけるヴィッカーズ硬さの最小値は $20\text{N}/\text{mm}^2 \sim 30\text{N}/\text{mm}^2$ 程度と打設面から 10mm の位置におけるそれよりも低い値を示し、さらに、脆弱層の領域も広範囲で存在している。これは、ブリーディングにより上昇したフレッシュコンクリート中の水分が、表層部付近の粗骨材界面に滞留していることを示すものと考えられる。

図-3は、高炉スラグ微粉末 6000 を 15% 置換したコンクリートの粗骨材界面からの距離とヴィッカーズ硬さとの関係を示したものである。これより、微粉末を混和しブリーディングが抑制されると、脆弱層の形成される領域が全体的に $80\mu\text{m}$ 程度に減少していることが分かる。特に、打設面から 20 あるいは 40mm の位置におけるヴィッカーズ硬さの最低値を示す位置がコントロールコンクリートよりも大きく骨材表面側に移動しているのが確認される。これは、混和した微粉末がフレッシュコンクリート中の水分を拘束し、粗骨材界面へ移動する自由水を減少させたためであると考えられる。

図-4は、打設面からの深さ毎の脆弱層厚さを平均化した平均脆弱層厚さとブリーディング量との関係、図-5は、平均脆弱層厚さと凍結融解試験から得られた $D \cdot F$ 値との関係を示したものである。これら図に見られるように、ブリーディング量が増加するに従い平均脆弱層厚さが増大し、耐久性指数 $D \cdot F$ 値も低下する傾向にあることが分かる。

これらの結果より、コンクリートのブリーディング性状は、粗骨材界面の脆弱層の形成に大きく影響を及ぼしているものと考えられ、その大きさはコンクリートの耐久性を支配する要因の一つであると思われる。そして、粗骨材界面における脆弱層の形成を防止し、耐久性を向上させる為には、適切な微粉末材料の使用が極めて有効である。

4. まとめ

- (1) コンクリートのブリーディング性状はコンクリート中骨材界面での脆弱層の形成にも大きく影響を及ぼしているものと思われ、場合によっては、コンクリートの耐久性を支配する因子となるものと考えられる。
- (2) ブリーディングにより生ずる初期欠陥を減少させ、耐凍害性を向上させる為の一の方策として、鉱物質微粉末の適切な利用は効果的である。

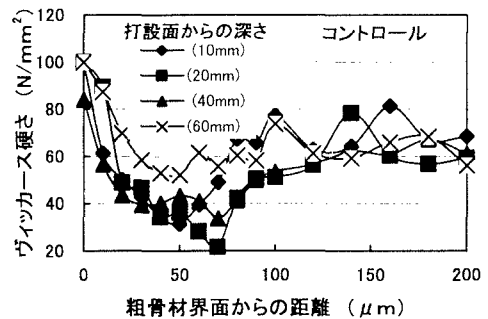


図-2 粗骨材界面からの距離とヴィッカーズ硬さとの関係

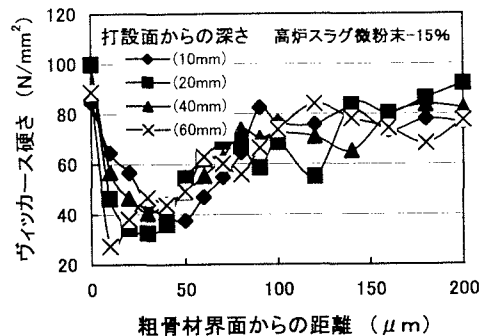


図-3 粗骨材界面からの距離とヴィッカーズ硬さとの関係

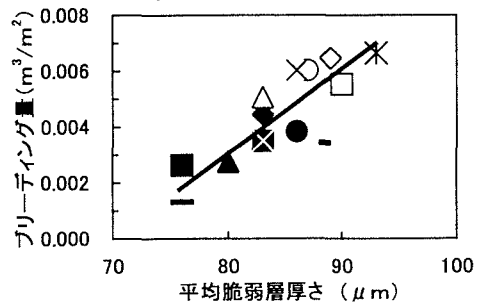


図-4 ブリーディング量と平均脆弱層厚さとの関係

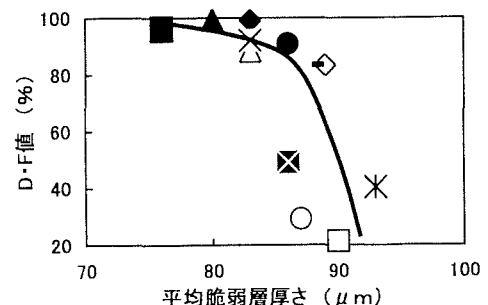


図-5 平均脆弱層厚さと $D \cdot F$ 値との関係